Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Über ombrophile und ombrophobe Pflanzenorgane

von

J. Wiesner,

w. M. k. Akad.

Zu den Studien, welche ich während meines Aufenthaltes in Buitenzorg auf Java vorhabe, gehört auch die Erforschung der Anpassung der Pflanze an die extremen Regenverhältnisse des dortigen Vegetationsgebietes.

Die Beziehung zwischen Blattgestalt und Regenfall im heissfeuchten Tropengebiete ist schon von anderen Forschern, besonders von Stahl,[1] einer Untersuchung unterzogen worden. Allein nach zwei Richtungen ist der Einfluss der tropischen Regen auf die Vegetation noch ungeprüft geblieben; erstlich, was die directe mechanische Wirkung betrifft, welche der Regenfall auf die Pflanze ausübt, und zweitens bezüglich des Widerstandes, den die Pflanze insofern dem Regen entgegensetzt, als reichlicher Wasserzufluss und darauf folgende hohe Luftfeuchtigkeit, zumal bei hoher Temperatur, der Zersetzung und schliesslich der Fäulniss Vorschub leisten.

Es schien nun zweckmässig, mich auf die in den Tropen vorzunehmenden Untersuchungen, besonders nach der Richtung der Methode vorzubereiten. Ich habe in der Zeit von Mai bis Juli in Wien und im August während meines Landaufenthaltes in Kirchdorf in Oberösterreich zahlreiche diesbezügliche Studien gemacht.

---

[1] E. Stahl, Regenfall und Blattgestalt. Ein Beitrag zur Pflanzenbiologie. Extrait des Annales du jardin botanique de Buitenzorg. Vol. XI, p. 98—182.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Obgleich die angestellten Beobachtungen und Experimente nur als Vorstudien geplant waren, so führten dieselben doch, was den zweiten oben genannten Punkt anbelangt, zu Resultaten, welche, wenn auch im Einzelnen nicht vollständig abgeschlossen, in physiologischer Beziehung nicht ohne Interesse sind, weshalb ich einige der gewonnenen Ergebnisse hier zusammenstelle.

Dieselben betreffen den Einfluss, welchen lange andauernde continuirliche Regen, beziehungsweise lange anwährende Einwirkung fliessenden oder stagnirenden Wassers auf die Pflanze ausübt.

Ich habe dabei nicht nur auf unsere einheimische Vegetation, sondern auch auf Culturpflanzen aus den verschiedensten Vegetationsgebieten, u. a. auch auf einige in unseren Warmhäusern cultivirte, aus regenreichen warmen und heissen Erdstrichen herrührende Gewächse Rücksicht genommen.

Aus den angestellten Beobachtungen hebe ich im Folgenden nur einige charakteristische Daten hervor, mir vorbehaltend, in einer später folgenden Abhandlung, welche der Beziehung des Regens zum Leben der Pflanze gewidmet sein wird, eingehend über die Resultate meiner Untersuchungen zu berichten.

Wir sehen die Pflanze allerorts auf den natürlichen Standorten gedeihen, ob sie daselbst durch die atmosphärischen Niederschläge reichlich oder spärlich bewässert wird.

Ob die Pflanze auf Grund ihrer allgemeinen Organisation befähigt ist, jedweden Grad der Bewässerung zu ertragen, oder ob sie in jedem Falle der ihr durchschnittlich zugemessenen Wassermenge angepasst ist, lässt sich allerdings von vornherein nicht mit der nöthigen Sicherheit entscheiden.

Die bisherigen Erfahrungen sind zu fragmentarisch, um in diese Frage völlige Klarheit zu bringen.

Da nach anderweitigen Beobachtungen die Anpassungsfähigkeit der Pflanze an die äusseren Vegetationsbedingungen als eine Grundeigenthümlichkeit des Organismus sich herausgestellt hat, so lässt sich von vornherein erwarten, dass sich

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Pflanze allerorts auch der ihr dargebotenen Wassermenge angepasst habe.

Die Erfahrungen der Cultivateure, denen zufolge viele Gewächse nur gedeihen, wenn ihnen ein bestimmtes Mass von Wasser geboten wird, und die Thatsache, dass die Organe mancher Pflanze infolge eines Übermasses von Wasser zu Grunde gehen (Zersetzung und Fäulniss der ausgewachsenen Blätter der Kartoffel, Bräunung und Zersetzung des jungen Laubes an Spättrieben einiger unserer Holzgewächse infolge übermässigen Regens) sprechen gleichfalls für diese Auffassung.

Dass die Gewächse den ihnen dargebotenen Wassermengen gegenüber sich nicht gleich verhalten, lehren die amphibischen Gewächse.

Die Wasserculturen lehren, dass die Wurzeln der Landpflanzen im Wasser gedeihen. Aber die oberirdischen Organe der Landpflanzen lassen sich nicht submers erziehen. Daraus ergibt sich, dass die Organe einer und derselben Pflanze dem Wasser gegenüber ein verschiedenes Verhalten zeigen.

Aus diesen und anderen einzelnen Beobachtungen und Erfahrungen lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass jede Pflanze an ein durchschnittliches Mass von Regen oder Wasser, das ihr dargeboten wird, angepasst ist, dass aber der Spielraum, welcher der Pflanze diesbezüglich gegönnt ist, bei verschiedenen Pflanzen ein verschiedener ist.

Bis zu welcher Grenze die Landpflanzen den Regen und die Einwirkung des Wassers überhaupt vertragen, ist bisher nicht untersucht worden, weshalb ich es mir zur Aufgabe stelle, durch besondere Versuche zu ermitteln, wie weit die Fähigkeit der Pflanzen verschiedener Standorte und verschiedener Vegetationsgebiete und die Fähigkeit ihrer Organe reicht, den Wirkungen des Regens und des Wassers überhaupt Widerstand zu leisten.

Es hat sich eine grosse Verschiedenheit der Pflanzen bezüglich des genannten Widerstandes herausgestellt; dieselbe ist thatsächlich viel grösser, als sich von vornherein vermuthen liess.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ich habe auch versucht, diese verschiedenen Grade des Widerstandes der Pflanzen gegen die Wirkung des Wassers zu erklären.

Es wurden zunächst in frischem Zustande abgeschnittene Sprosse verschiedener Pflanzen auf Siebe gelegt und einem continuirlichen Tag und Nacht anwährenden künstlich geleiteten Sprühregen ausgesetzt. Die Sprosse befanden sich während des Tages in hellem diffusen Tageslichte. Das niederfallende Wasser hatte eine Temperatur von 16—20° C. Schon bei diesem Versuche ergaben sich grosse Differenzen in der Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber der Wirkung des Regens.

Während Sprosse von *Solanum tuberosum* unter diesen Verhältnissen in wenigen Tagen zu Grunde gingen, hielten sich Sprosse von *Lysimachia Nummularia* und von *Tradescantia zebrina* durch vier Wochen, von den Selaginellen unserer Warmhäuser durch acht Wochen vollkommen frisch.

Eine organische Ablösung der ausgewachsenen Blätter stellte sich in einer 62 Tage währenden Versuchsreihe ein: bei *Solanum tuberosum* nach 3, bei *Lycopersicum esculentum* nach 5, bei *Polygonum aviculare* nach 7, bei *Berberis vulgaris* nach 9, bei *Acer campestre* nach 10, bei *Colutea arborescens* nach 11, bei *Carpinus betulus* nach 33 Tagen.

Die ausgewachsenen Blätter verfielen durch Zersetzung und spätere Fäulniss, ohne sich abzulösen nach 18 Tagen bei *Eupatorium adenophorum*, nach 42 Tagen bei *Tradescantia zebrina*.

Bis zum Schlusse des Versuches erhielten sich frisch und ohne abzufallen, bezüglich ohne frühzeitig abzufallen, die Blätter von *Tradescantia guyanensis, Begonia magnifica*, *Selaginella* sp., *und Scolopendrium officinarum*.

In Bezug auf Zersetzung und schliessliche Fäulniss der Blätter bei der Wirkung continuirlichen Regens wurde constatirt, dass in der Regel die jüngsten Blätter zuerst verfielen, dann die ältesten, wenn nicht früher eine organische Ablösung derselben erfolgte, und dass sich die im stärksten Wachsthum befindlich gewesenen Blätter am längsten frisch erhielten.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Eine bemerkenswerthe Ausnahme machte *Solanum tuberosum*; hier erhielten sich gerade die jüngsten, noch unentwickelten Blätter am längsten.

Lässt man abgeschnittene Pflanzentheile in flachen Gefässen unter Wasser tauchen und sorgt man für continuirlichen Wasserzufluss, so verhalten sich dieselben ähnlich so wie die einem continuirlichen Sprühregen ausgesetzten. Nur erfolgt im ersten Falle die organische Ablösung der Blätter später, oder tritt in einzelnen Fällen gar nicht ein, indem die Fäulniss des Blattes seiner Ablösung voraneilt, was ich mehrmals bei *Solanum tuberosum* und *Lycopersicum esculentum* zu beobachten Gelegenheit hatte.

In stagnirendem Wasser gehen die abgeschnittenen Pflanzentheile viel rascher zu Grunde. Es zeigt sich aber ein auffallender Parallelismus in dem Verfall der Organe im Vergleiche zu jenem, welcher im continuirlichen Sprühregen, beziehungsweise bei fortwährendem Wasserzuflusse sich einstellt.

Nimmt man den Versuch bei Abschluss des Lichtes vor, so tritt die Fäulniss der Organe noch rascher als im Tageslichte ein, offenbar infolge des Umstandes, dass viele Bacterienarten, darunter auch fäulnisserregende durch die Einwirkung des Lichtes in ihrer Entwicklung und Vermehrung gestört werden.

Um die Resistenz der Pflanzenorgane gegenüber der Wirkung des Wassers, besonders um die Widerstandskraft, welche die Pflanzentheile der Fäulniss entgegenstellen, kennen zu lernen, ist es vortheilhaft, ihr Verhalten im stagnirenden Wasser zu beobachten.

Es zeigt sich bei dieser Versuchsanstellung, dass die Blätter je nach ihrem Alter dieselben Verhältnisse der Resistenz gegen die Wirkung des Wassers zu erkennen geben wie in der continuirlichen Traufe; es sind also auch hier in der Regel die Blätter mittleren Alters die resistentesten.

Die ausgewachsenen Blätter jener Gewächse, deren Laub in continuirlichem Regen alsbald verfällt, verlieren im stagnirenden Wasser rasch ihre Turgescenz, werden hierauf ganz »matsch«, nämlich fast breiartig und gehen dann schnell durch Fäulniss zu Grunde.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

So werden beispielsweise die ausgewachsenen Blätter von *Xeranthemum annuum* nach 2 Tagen »matsch« und sind nach 3 Tagen faul,

Solanum tuberosum nach 2 Tagen »matsch« und sind nach 3 Tagen faul,

Impatiens Noli tangere nach 3 Tagen »matsch« und sind nach 4 Tagen faul,

Chenopodium album nach 3 Tagen »matsch« und sind nach 5 Tagen faul,

Viola arvensis nach 3 Tagen »matsch« und sind nach 5 Tagen faul,

Urtica dioica nach 7 Tagen »matsch« und sind nach 8 Tagen faul,

Humulus Lupulus nach 8 Tagen »matsch« und sind nach 10 Tagen faul.

In der fauligen Flüssigkeit erhielten sich Sprosse von *Lysimachia Nummularia* durch 14 Tage völlig frisch. Auch Thallusstücke von *Marchantia polymorpha* und Sprosse von *Ranunculus aquatilis* waren nach 8—9 Tagen noch anscheinend ganz normal.

Weitere Versuche wurden mit in Töpfen wurzelnden Pflanzen angestellt, wobei aber Sorge getragen wurde, dass der continuirliche Sprühregen den Boden nicht überschwemme.

Bei *Solanum tuberosum* erfolgte die Ablösung der ältesten, völlig ausgewachsenen Blätter nach 3 Tagen. Die grösseren, aber noch unausgewachsenen Blätter wurden nach 4 Tagen matsch und waren 1—2 Tage hierauf in Fäulniss. Am längsten erhielten sich auch bei dieser Versuchsanstellung die jüngsten noch unentwickelten Blätter.

Phaseolus multiflorus. Windende, 80 *cm* hohe Pflanze mit acht gut ausgebildeten Blättern. 6 Tage hielten sich alle Organe frisch und gesund, nur war eine starke Abnahme des Wachsthums bemerklich. Hierauf vergilbten die ältesten Blätter und fielen nach 9 Tagen ab. Nach 14 Tagen trat Fäulniss der Stengelspitze und der jüngsten Blätter ein. Zugleich entstanden in den noch gesund gebliebenen Internodien, zumeist in der Nähe des Blattgrundes, Adventivwurzeln. Nach 32 Tagen ging die ganze Pflanze zu Grunde.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tradescantia zebrina. Die Pflanze erhielt sich durch 45 Tage frisch. Hierauf wurden die ältesten Blätter infolge Injection der Intercellularen transparent, sodann turgorlos und gingen einige Tage später durch Fäulniss zu Grunde.

Tradescantia guyanensis erhielt sich während der ganzen Versuchsdauer (62 Tage) völlig normal.

Begonia magnifica dessgleichen, nur zeigte sich bei Blättern mittleren Alters, offenbar zufolge grosser Turgorsteigerung und Cohäsionsabnahme der Zellhäute des Mesophylls und der Oberhaut stellenweise Rissbildung vom Rande aus.

Einige Warmhaus-Selaginellen erhielten sich während der ganzen Versuchszeit vollkommen frisch.

Andere, mit Blüthen und Früchten in verschiedenen Entwicklungsstadien angestellte Versuche übergehe ich hier und will nur kurz anführen, dass alle Wurzeln, die ich in Bezug auf ihre Widerstandskraft gegenüber continuirlicher Wasserwirkung geprüft habe, sich als ausserordentlich resistent erwiesen haben.

Während im stagnirenden Wasser Blätter und Stengel von *Chenopodium album, Viola arvensis, Veronica Buxbaumii* etc., ferner Blätter von *Taraxacum officinale* rasch zu Grunde gingen, erhielten sich die Wurzeln der genannten Pflanzen in der jauchig gewordenen Flüssigkeit auffällig lange frisch. Wurzeln der drei erstgenannten Pflanzen, für sich im Wasser liegend, blieben durch 18—24 Tage, ohne dass die Flüssigkeit gewechselt wurde, wenigstens anscheinend unverändert. Fast ebenso lange hielten sich die Wurzeln von *Taraxacum officinale.*

Indem man die bisher mitgetheilten Beobachtungen überblickt, erkennt man wohl deutlich, dass sich die verschiedenen Pflanzen und deren Organe je nach ihrer Art der Einwirkung continuirlichen Regens und der continuirlichen Einwirkung des Wassers überhaupt gegenüber sehr verschieden verhalten.

Es scheint mir gerechtfertigt, nach diesem Verhalten zwei verschiedene Kategorien von Pflanzen, beziehungsweise Pflanzenorganen zu unterscheiden, welche ich als ombrophile (regenfreundliche) und ombrophobe (regenscheue) bezeichnen

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

möchte. Selbstverständlich gelten diese Ausdrücke nur für oberirdische Pflanzentheile. Die Bodenwurzeln sind, soweit meine Beobachtungen reichen, stets hydrophil, selbst bei Gewächsen mit ombrophobem Laube (z. B. bei *Impatiens Noli tangere*).[1]

Die ombrophilen Organe können durch grosse Zeiträume die fortwährende Wirkung des Regens unbeschadet ihrer Lebensfähigkeit ertragen, die ombrophoben gehen bei continuirlichem Regen mehr oder minder rasch zu Grunde.

Es ist selbstverständlich, dass mit dieser Aufstellung nur Extreme bezeichnet werden sollen, die durch alle möglichen Übergänge mit einander verbunden sind.

Auf den ersten Blick möchte es scheinen, als würden die ombrophilen Gewächse mit den auf feuchte Standorte angewiesenen Gewächsen (Hygrophyten) und die ombrophoben mit den auf trockenen sonnigen Standorten gedeihenden Gewächsen (Xerophyten) identisch sein.

Dies ist aber nicht richtig. Denn erstlich gibt es ombrophobe Pflanzen, die aber nicht in die Kategorie der eigentlichen Xerophyten gehören, wie z. B. die Kartoffel. Sodann gibt es Hygrophyten, welche entschieden ombrophob sind.

Als auffallendes Beispiel in dieser Beziehung nenne ich vor Allem *Impatiens Noli tangere*. Es ist schon oben gesagt worden, dass in stagnirendem Wasser bei über Tag schwacher Beleuchtung und mittlerer Temperatur die ausgewachsenen Blätter dieser Pflanze in 3 Tagen »matsch«, in 4 Tagen zersetzt sind. In noch kürzerer Zeit gehen die jungen Blätter dieser Pflanze zu Grunde. In continuirlichem Regen fallen die ausgewachsenen Blätter nach 2—3 Tagen ab, oder wenn sie noch am Stengel haften bleiben, tritt alsbald Zersetzung ein. Nach 5—6 Tagen sind die oberirdischen Vegetationsorgane dieser Pflanze erweicht und in Fäulniss begriffen, während die Wurzel

[1] Es schien mir zweckmässig, die Ausdrücke ombrophil und ombrophob ausschliesslich für Organe in Anwendung zu bringen, welche direct dem Regen ausgesetzt sind, und den Ausdruck hydrophil Organen vorzubehalten, welche dem Bodenwasser oder dem Wasser von Bächen, Teichen, kurz der natürlichen Gewässer Widerstand leisten, also für Wurzeln, submerse Organe von Wasserpflanzen etc. Wollte man ganz allgemein nur zwischen hydrophilen und hydrophoben Organen unterscheiden, so wäre dagegen auch nicht viel einzuwenden.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

noch ziemlich frisch erscheint. *Impatiens Noli tangere* ist also ein entschieden ombrophobes Gewächs, trotz seines hygrophilen Charakters. Im feuchten Grunde wurzelnd, stehen die oberirdischen Organe dieser Pflanze gewöhnlich im tiefen Schatten und sind auf diese Weise schon gegen starken Regen geschützt. Es gehört gewiss zu den auffallendsten Eigenthümlichkeiten dieser Pflanze, dass ihre Blätter, was gerade bei Xerophyten häufig der Fall ist, durch vollständige Unbenetzbarkeit vor den Angriffen des Wassers geschützt sind. Taucht man Sprosse dieser Pflanze unter Wasser, so kann man nach 24 Stunden noch die Blätter mit trockener Oberfläche aus dem Wasser herausheben. Nach 30—40 Stunden ist aber die Unbenetzbarkeit der Oberfläche verloren gegangen, desgleichen, wenn man continuirlichen Regen einwirken lässt. Dann geht aber auch alsbald das Blatt bei weiterer Einwirkung des Wassers zu Grunde. Bis dahin war die Unbenetzbarkeit des Blattes ein Schutzmittel gegen den Angriff des Wassers. Da diese hygrophile Pflanze regenscheu ist, so muss in der Unbenetzbarkeit des Blattes eine Einrichtung erblickt werden, welche sie vor der Regenwirkung schützt. In *Impatiens Noli tangere* haben wir eine Pflanze vor uns, welche grosse Wassermengen benöthigt, dieselben sich aber nur durch die Wurzeln aneignet, indem die Blätter dieser Pflanze — entgegen den Eigenschaften des Laubes so vieler anderer Gewächse — unter normalen Verhältnissen kein Wasser aufzunehmen vermögen.

Auch *Prenanthes purpurea* ist ombrophob und wohl alle Pflanzen schattiger, feuchter Standorte, deren Blätter gleich jenen von *Impatiens Noli tangere* unbenetzbar sind.

Auf ähnlichen Standorten wie diese beiden Pflanzen tritt *Sanicula europaea* auf, deren Blätter aber, in Wasser getaucht, sofort beiderseits vollkommen benetzt werden, die sich aber auch als eine entschieden ombrophile Pflanze erwies. In stagnirendem Wasser neben *Impatiens Noli tangere* liegend, erhielt sie sich durch 11 Tage frisch, während die Blätter von *Impatiens*, wie wir gesehen haben, schon nach 3 Tagen ihren normalen Charakter eingebüsst hatten.

Die Xerophyten sind nach meinen bisherigen Erfahrungen, freilich in verschiedenem Grade, ombrophob. Unter diesen

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Pflanzen scheinen gewöhnlich diejenigen mit wasserarmen Blättern *(Xeranthemum, Gnaphalium)* weniger widerstandsfähig als die Succulenten zu sein. *Sempervivum, Echeveria* und wohl alle jene Succulenten, welche sich wie diese im feuchten Raum cultiviren lassen, ertragen ziemlich lange andauernde Beregnung, wobei sich der »Reif« von den Blättern ablöst, worauf die Blätter aber doch noch einige Tage, selbst im abgelösten Zustande, intact bleiben. Hieraus ist zu ersehen, dass der Schutz gegen die Zerstörung der oberirdischen Organe dieser Pflanzen gegen übermässige Regenwirkung nicht blos im Wachsüberzuge gelegen sein könne.

Dass der »Reif« auch in feuchter Atmosphäre sich zu bilden vermag, lehrt *Prenanthes purpurea* und noch manche andere an feuchten, schattigen Standorten vorkommende Pflanze. Soweit ich es bis jetzt zu überblicken vermag, ist bei solchen Pflanzen die Anwesenheit eines Reifes oder überhaupt die Unbenetzbarkeit des Blattes ein Anzeichen der Ombrophobie des Laubes.

Ich bemerke hier, dass ich Echeverien im absolut feuchten Raume cultivirt habe, um zu sehen, wie unter solchen Verhältnissen die Reifbildung sich gestaltet. Ich fand, dass der bei diesen Pflanzen bekanntlich stark entwickelte Reif sich im feuchten Raume anscheinend in ungemindertem Masse gebildet hatte.

Im grossen Ganzen kann man die Unbenetzbarkeit des Laubes als ein Kennzeichen ombrophoben, die Benetzbarkeit als Kennzeichen ombrophilen Laubes betrachten.

Doch gibt es in diesen Beziehungen mancherlei ganz verständliche Ausnahmen. *Solanum tuberosum*, *Lycopersicum esculentum*, andere Solanaceen und noch manche andere Pflanzen haben ein benetzbares Laub und sind dabei im hohen Grade ombrophob. Da die Unbenetzbarkeit ein Schutzmittel des ombrophoben Laubes gegen übermässige Regenwirkung ist, so lässt sich leicht einsehen, dass gerade solche Pflanzen sehr bald der Wirkung des Wassers verfallen müssen.

Der ombrophile oder ombrophobe Charakter der Organe wird zweifellos durch Erblichkeit festgehalten, wie er ja gewiss

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auch erst im Laufe der phylogenetischen Entwicklung entstanden ist.

Doch lässt sich zeigen, dass in der Individualentwicklung die genannten Charaktere gefördert oder auch herabgesetzt werden können.

Wenn eine Pflanze sowohl auf sehr feuchtem, als auch sehr trockenem Standorte vorkommt, so nimmt sie häufig im ersteren Falle einen relativ ombrophilen, im letzteren einen relativ ombrophoben Charakter an. Ich habe dies an den Blättern von *Taraxacum officinale* mehrfach beobachtet. Die ausgewachsenen, grossen, saftigen, auf feuchtem und etwas schattigem Standort erwachsenen Blätter des Löwenzahns vertragen lange anhaltenden Regen, während gleich weit entwickelte Blätter derselben Pflanze, welche sich aber auf sonnigem, trockenem Standort ausbildeten, bei mehrtägigem Regen verwesen.

In stagnirendem Wasser gingen die ausgewachsenen, auf feuchten Standorten erwachsenen Blätter dieser Pflanze in 10—12, die gleich entwickelten Sonnenblätter schon nach 8—9 Tagen zu Grunde.

Mehrere mit *Polygonum aviculare* und *Cichorium Intybus* angestellte Parallelversuche haben ein ähnliches Ergebniss geliefert.

Nach den mitgetheilten Untersuchungen ist es wohl klar, dass die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen und ihrer Organe gegen langandauernde continuirliche Wirkung des Regens und des Wassers überhaupt, nicht in allverbreiteten Eigenschaften der Pflanze begründet ist, vielmehr auf specifischen Eigenthümlichkeiten der Gewächse beruhen müsse, welche sich je nach dem factischen Bedürfnisse ausgebildet haben, so dass wir es auch hier mit bestimmten Anpassungen zu thun haben.

Wir finden es begreiflich, dass gerade das Laub der Xerophyten einen ombrophoben Charakter hat, und dass diese Pflanzen nur gegen kurz anwährenden Regen geschützt sind.

Man sollte erwarten, dass die Hygrophyten stets ombrophil seien. Es gibt aber unter den auf feuchte Standorte angewiesenen Gewächsen unserer Gegenden, wie ich nunmehr schon sagen kann, nicht wenige, welche in hohem Grade

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ombrophob sind. Es sind dies aber durchwegs ausgesprochene Schattenpflanzen, welche schon durch den Standort vor zu starkem Regen geschützt sind, den kräftigsten Schutz aber in der Unbenetzbarkeit des Laubes besitzen.

Dass die Wasserpflanzen hydrophil sind, ist eine ebenso einleuchtende Thatsache, wie der hydrophile Charakter der Bodenwurzeln, welche ja der fortwährenden Einwirkung des Wassers ausgesetzt sind.

Die vollständige Anpassung der Pflanze an die äusseren Lebensverhältnisse bildet also auch bezüglich der Wirkung des Regens und überhaupt des Wassers auf die Organe der Pflanze die Regel, ein Ergebniss, das ja mit Rücksicht auf die grosse Anpassungsfähigkeit der Pflanzen von vornherein zu erwarten war.

Eine weitere Frage ist aber die: welcher Mittel bedient sich die Natur zur Herstellung der für die Pflanze erforderlichen Widerstandskraft gegen schädigende Einwirkung der Durchfeuchtung und Durchnässung?

Die diesbezüglichen Verhältnisse sind sehr complicirt. Die Ursachen der Resistenz sind theils mechanische, theils chemische. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass auch gewisse Eigenschaften des Protoplasma, die sich einstweilen noch der mechanischen Zergliederung entziehen, zur Resistenz der Organe beitragen. Die Ursachen der Resistenz der Organe gegen die übermässige Wirkung des Wassers sind mithin zum Theile auch vitaler Natur. Durch ein Übermaass von H_2O werden die Organe vieler Pflanzen völlig turgorlos, indem das Protoplasma in einen ähnlichen Zustand der Durchlässigkeit übergeht, wie nach dem Kochen oder Gefrieren.

Hand in Hand mit diesem turgorlosen Zustande, welcher bei ombrophobem Laube rasch, bei ombrophilem spät oder bei monatelanger Dauer in manchen Fällen überhaupt gar nicht eintritt, gehen Zerstörung des Chlorophylls und andere chemische, von bacteriellen Einflüssen unabhängige Veränderungen. Die Intercellularen des Mesophylls werden bei fortdauernder Einwirkung des Wassers injicirt, das Blatt wird »matsch« und es stellt sich dann Fäulniss ein, indem Bakterien Zutritt ins Innere der Zellen gewinnen, wo doch die Hauptzersetzungen vor sich gehen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Das Eindringen der Bacterien in die Zellen ist nach der herrschenden Auffassung der »Cellulosehaut« der Zelle nur verständlich unter der Annahme, dass die Fäulnis eingeleitet werde durch Bacterien, welche die Fähigkeit haben Cellulose aufzulösen, oder, unter der kaum annehmbaren Voraussetzung, dass vom Zellinhalte aus ein celluloselösendes Ferment ausgeschieden wird.

Nach meiner Auffassung über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut[1] ist es gar nicht nothwendig, celluloselösende Bacterien oder ein celluloselösendes Enzym anzunehmen, um den Eintritt der Fäulnissbacterien in den Zellinhalt zu erklären. Da nach meiner Auffassung das Hautgerüst der Pflanzentheile anfangs aus Protoplasma (Dermatoplasma) besteht und, solange die Haut wächst, Protoplasma enthält, welches die Dermatosomen unter einander verbindet, nach Beendigung des Wachsthums aber neben der Cellulose andere Bindesubstanzen auftreten, welche leichter lösbar sind als Cellulose oder wenigstens andere Löslichkeitsverhältnisse als diese besitzen, so braucht man zu den oben genannten gezwungenen Annahmen nicht zu greifen, und es wird das Eindringen der Bakterien ins Innere der Zelle ebenso verständlich, als die Zersetzung der Protoplasmabestandtheile durch Bakterien.

Thatsächlich lässt sich constatiren, dass der bei der Fäulniss entstehende Detritus neben anderen Zerfallsproducten der Zelle auch massenhaft Dermatosomen enthält und noch immer feinvertheilte Cellulose nachweisbar ist. Man darf also schliessen, dass die Aufschliessung der Zelle nicht durch Auflösung der Cellulosehaut, sondern durch Zerfall der Zellmembran vor sich geht.

Bezüglich der Ursachen der Widerstandskraft der Pflanzenorgane gegen übermässige Bewässerung und deren weitere Folgen beschränke ich mich hier auf folgende Bemerkungen, die, weit entfernt, diesen complicirten Gegenstand zu entwirren, lediglich die Aufgabe haben, den verschiedenen Grad der Ombrophilie der Organe unserem Verständniss näher zu bringen

[1] Wiesner, Die Elementarstructur und das Wachsthum der lebenden Substanz. Wien 1892.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und die Fragestellung bezüglich der Widerstandsfähigkeit des tropischen Laubblattes gegen Zersetzung infolge fortwährender Beregnung, beziehungsweise Durchfeuchtung anzubahnen.

Dass die Structur der Organe auf den Grad der Ombrophilie bis zu einer gewissen Grenze von Einfluss ist, versteht sich eigentlich von selbst und wird schon durch die Thatsache anschaulich, dass die Pflanzentheile desto rascher der Wirkung des Wassers verfallen, je mehr man sie verkleinert.

Im Allgemeinen werden die Pflanzen trockener sonniger Standorte gegenüber jenen feuchter Orte im Vortheile sein, wegen der wenig gequollenen und stark cutinisirten Zellen der Oberhäute und überhaupt aller jener Einrichtungen halber, welche die Transpiration erschweren. Die Organe der Xerophyten sind — abgesehen von den Succulenten — wasserarm und können durch länger andauernden Regen erst in einen wasserreicheren Zustand übergehen, in welchem die Hygrophyten sich bereits befinden. Vor Erreichung dieses Zustandes sind also die Xerophyten den Hygrophyten gegenüber rücksichtlich des Schutzes gegen übermässige Regenwirkung im Vortheile.

Es geht dies aus folgender interessanten Thatsache, die ich mehrfach zu constatiren Gelegenheit hatte, hervor. Wenn man Sprosse von *Urtica dioica*, welche auf trockenen, sonnigen Standorten wuchsen und sich bekanntlich durch Kleinblättrigkeit auszeichnen, unter Wasser getaucht sich selbst überlässt, so gehen sie merkwürdiger Weise unter sonst gleichen Umständen weniger rasch zu Grunde, als grossblättrige, von nassen Standorten herrührende Sprosse derselben Art. Wenn man hingegen die Sprosse zerkleinert, so tritt die Zersetzung an beiden Arten von Sprossen entweder gleichzeitig ein oder bei den Schattensprossen sogar später. Hieraus ergibt sich nicht nur der Einfluss der Structur auf den Regenschutz, sondern auch, dass noch ein ganz anderes Moment die Widerstandskraft der Pflanzentheile gegen übermässige Wasserwirkung beeinflussen müsse.

Der ausgiebigste Schutz der Xerophyten gegen zu starke Wasserwirkung besteht gewöhnlich in der Unbenetzbarkeit der oberirdischen Organe, welche durch längere Zeit den

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wasserzutritt geradezu hindert. Da aber, wie meine Beobachtungen lehren, die Unbenetzbarkeit durch lange andauernde Einwirkung des Regens [1] und auch die als Schutzmittel dienende Wasserarmuth der Zellhäute bei längerem Regen aufgehoben wird, so ist zu ersehen, dass, falls nicht andere Schutzmittel diesen Pflanzen zu Hilfe kommen, sie nur gegen die Wirkung kurzer Regenperioden geschützt sind. Da die oberirdischen Vegetationsorgane der meisten Xerophyten, wie wir gesehen haben, nach völliger Sättigung mit Wasser rasch zu Grunde gehen, so möchte wohl zu schliessen sein, dass sie gewöhnlich nur die in der Structur gelegenen Schutzmittel gegen übermässige Regenwirkung besitzen und gewöhnlich auch nicht mehr als dieser bedürfen werden. Doch gibt es, wie wir gesehen haben, Xerophyten, welche continuirlichen Regen auch durch längere Zeit ertragen können, was ihnen natürlich keinen Nachtheil bringt. Ein solcher Überschuss an Schutz ist ja im organischen Reiche nicht ungewöhnlich, macht die Übergänge in andere typische Standortsformen möglich und begünstigt überhaupt die Veränderlichkeit der Art.

Da viele Bacterien im Lichte, besonders im Sonnenlichte zu Grunde gehen, und die Fäulniss überhaupt durch die Wirkung des Lichtes und besonders des directen Sonnenlichtes beeinträchtigt wird, so ist zu ersehen, dass die Pflanzen sonniger Standorte gegenüber jenen schattiger unter sonst gleichen Umständen insoferne im Vortheile sind, als deren Fäulniss, wenn sie durch sonstige Verhältnisse möglich sein sollte, erschwert oder hintangehalten wird.

Auch insoferne kommt den Xerophyten, natürlich abgesehen von den Succulenten, der Standort zugute, als ihre oberirdischen Organe nach dem Aufhören des Regens wieder rasch in den normalen, wasserarmen Zustand übergehen, indem die

---

[1] Es scheint, dass auch der Grad der Luftfeuchtigkeit auf die Oberflächenbeschaffenheit des Blattes in manchen Fällen von Einfluss ist. So habe ich bei Cultur von *Eupatorium adenophorum* im absolut feuchten Raum und in einer trockenen Atmosphäre constatirt, dass im ersten Falle die Blätter leicht benetzbar sind, im letzten Falle hingegen fast gar nicht durch Wasser benetzt werden können; dass aber in anderen Fällen im absolut feuchten Raume der die Unbenetzbarkeit verursachende Reif sich bilden kann, wurde schon oben bemerkt.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Oberhäute wasserärmer werden, die Quellung der Zellhäute rückgängig gemacht wird etc.

Die ombrophoben Gewächse sind also durch die Besonderheiten ihrer Structur und häufig wohl auch wegen der Licht- und Verdunstungsverhältnisse des Standortes den ombrophilen gegenüber im Vortheil.

In die ombrophoben Organe dringt das Regenwasser nicht ein, oder nur in sehr beschränktem Grade. Die ombrophilen Organe wehren sich aber gar nicht gegen das Regenwasser, dasselbe wird von der trockenen Oberhaut sofort aufgesaugt. Der Schutz dieser Organe gegen Zersetzung und Fäulniss muss also, wenigstens in erster Linie,[1] in anderen Verhältnissen als in denen der Structur zu suchen sein.

Dieser Schutz ist in der substantiellen Beschaffenheit des betreffenden Organs begründet. Es sind diesbezüglich zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder sind die constituirenden Bestandtheile der ombrophoben Organe leichter zersetzbar als die der ombrophilen, oder in den letzteren treten Substanzen auf, welche fäulnisswidrig wirken.

Die erste Möglichkeit habe ich nicht besonders geprüft; es ist aber eigentlich selbstverständlich, dass bezüglich der Zersetzbarkeit der constituirenden Bestandtheile die Organe dem Grade nach verschieden sein werden. Dass aber die letztere Möglichkeit eine grosse Wahrscheinlichkeit hat, geht aus der auffallenden Thatsache hervor, dass ombrophile Sprosse *(Lysimachia Nummularia*, *Selaginella* sp., *Begonia*, *Tradescantia)* sich selbst in fauliger Flüssigkeit lange frisch erhalten.

Diese interessante Thatsache hat mich auf den Gedanken geführt, dass die hydrophilen Organe (untergetauchte Organe der Wasserpflanzen und Bodenwurzeln) gleich den ombrophilen durch antiseptische Substanzen sich gegen lange andauernde Wirkung des Wassers schützen.

Alle Versuche, welche ich in dieser Richtung anstellte, haben befriedigende Resultate ergeben, doch will ich dieselben

[1] Es ist, nach einigen vergleichenden Untersuchungen, die ich anstellte, zu vermuthen, dass die Verstopfung der Spaltöffnung nicht ausschliesslich der Herabsetzung der Transpiration dient, sondern in manchen Fällen den Zweck hat, den Eintritt des Wassers in die Intercellularen zu verhindern.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

nur als vorläufige angesehen wissen, welche, wie ich ja schon bemerkte, nur zur Fragestellung bezüglich der in den Tropen anzustellenden Studien über das Verhältniss des Regens zur Vegetation dienen sollen.

Die antiseptische Wirkung der ombrophilen Organe prüfte ich in folgender Weise. Ausgewachsene Kartoffelblätter, welche, mit Wasser übergossen, bei 18—20° schon in 24 Stunden in Fäulniss begriffen sind, was sich durch einen intensiven Fäulnissgeruch zu erkennen gab, wurden für sich und mit zerkleinerten Wasserpflanzen (*Ranunculus aquatilis*, *Lemna minor* etc.) oder Wurzeln (von *Daucus Carota*, *Chenopodium album* etc.) oder mit ombrophilem Laube (*Lysimachia nummularia*, *Begonia* sp., etc.) versetzt, alles im feinzerkleinerten Zustande, bei 16—22° C. im schwachen Lichte, beziehungsweise im Dunkeln sich selbst überlassen. Der Eintritt der Fäulniss wurde durch die Geruchsprobe von mehreren Personen constatirt. Es stellte sich heraus, dass die Fäulniss in den mit den genannten Pflanzentheilen versetzten Gemengen später eintrat, als in den unversetzten Kartoffelblättern.

Ähnliche Versuche wurden mit Fleischwasser gemacht, welches mit denselben Pflanzentheilen versetzt wurde. Das unversetzte Fleischwasser ging stets früher in Fäulniss über, als das mit den hydrophilen und ombrophilen Pflanzentheilen versetzte.

In beiden Versuchsreihen verhielten sich die zugesetzten Pflanzentheile verschieden. Unter den angewendeten Wurzeln fand ich die gelbe Rübe, unter den angewendeten Blättern die Begoniablätter am wirksamsten.

Es kann jetzt schon als im hohen Grade wahrscheinlich angesehen werden, dass die Fähigkeit ombrophiler Organe, monatelang währenden Regen zu ertragen, hauptsächlich auf den Umstand zurückzuführen ist, dass in den Geweben dieser Organe antiseptische Substanzen erzeugt werden.

Da diese Organe gerade auf der Höhe ihrer grossen Wachsthumsperiode der Fäulniss am meisten Widerstand leisten, so darf angenommen werden, dass gerade in der Zeit des stärksten Wachsthums die antiseptisch wirkenden Substanzen am reichlichsten gebildet werden.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die verschiedenen Grade der Ombrophilie und Ombrophobie haben wohl nicht nur in der Verschiedenheit der Structur und des antiseptischen Charakters der betreffenden Organe, sondern wohl auch in der Menge und dem Grade der in diesen Organen enthaltenen zersetzlichen Substanzen ihren Grund.

Es ist schon gesagt worden, dass übermässiger Regen das Wachsthum der Organe selbst in einer Zeit herabsetzt, in welcher diese Organe noch ganz intact sind. Der Hauptgrund hiefür liegt in der Herabsetzung der Athmung. Die Übersättigung des Protoplasmas mit Wasser wird bei den oberirdischen Organen unter natürlichen Verhältnissen durch Transpiration hintangehalten. Auf diese Verhältnisse werde ich aber erst bei späterer Gelegenheit näher eingehen.

Zusammenfassung.

1. Es gibt Pflanzen, deren Sprosse continuirlichen Regen nur durch kurze Zeit ertragen, alsbald das ältere Laub abstossen und verwesen (ombrophobe Sprosse).

2. Es gibt Pflanzen, deren Sprosse selbst monatelang continuirlichem Regen Widerstand leisten (ombrophile Sprosse).

3. Die auf trockene Standorte angewiesenen Pflanzen (Xerophyten) besitzen gewöhnlich ombrophobes Laub. Hingegen haben die auf feuchte Standorte angewiesenen Pflanzen (Hygrophyten) entweder ombrophiles oder ombrophobes Laub. Letzteres ist z. B. bei *Impatiens Noli tangere* der Fall. Die ombrophoben Hygrophyten sind durchaus Schattenpflanzen.

4. Im Laufe der Entwicklung des Blattes ist seine Widerstandskraft gegen übermässige Wasserwirkung eine verschiedene. Gewöhnlich steigert sich diese Widerstandskraft während des Wachsthums und nimmt dann wieder ab, so dass dann das Blatt auf der Höhe der grossen Periode seines Wachsthums den höchsten Grad der Resistenz erlangt hat.

5. Blätter mit unbenetzbarer Oberhaut sind in verschiedenem Grade ombrophob, Blätter mit benetzbarer Oberhaut gewöhnlich ombrophil. Wenn aber ombrophobe Blätter durch Wasser leicht benetzt werden können, so sind sie im hohen Grade ombrophob, weil sie des wichtigsten Schutz-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

mittels gegen die übermässige Wirkung des Regens entbehren *(Solanum tuberosum)*.

6. Ombrophobes Laub ist nur durch die Structur, ombrophiles aber, wie es scheint, in erster Linie durch das Auftreten von antiseptischen Substanzen gegen die übermässige Wirkung des Wassers geschützt.

Auch hydrophile Organe (Bodenwurzeln, submerse Theile von Wasserpflanzen) schützen sich durch antiseptische Substanzen gegen Fäulniss.